

# 生長調節物質 處理가 콩나물의 生育 및 細根發生에 미치는 影響

## I. 生長調節物質의 單用 및 混用處理가 콩나물의 生育에 미치는 效果

姜忠吉\*, 李政明\*\*, 坂齊\*\*\*

# Effects of Plant Growth Regulator Treatments on the Growth and Lateral Root Formation in Soybean Sprouts

## I. Effect of Plant Growth Regulator Treatments on the Growth in Soybean Sprouts

Kang, C. K.\*, J. M. Lee\*\* and H. Saka\*\*\*

### ABSTRACT

A series of experiments were conducted to investigate the effect of plant growth regulator treatments on the growth and lateral root formation in soybean sprouts in order to establish the effective method of producing root-less or short-rooted soybean sprouts with larger diameter in the hypocotyl.

Major results can be summarized as follows.

1. Soybean sprouts showed fairly uniform elongation rate from 3 to 9 days after imbibition with daily increase of 3.8cm. The speed of elongation of hypocotyl was reduced whereas that of root accelerated 7 days after imbibition. Lateral roots began to emerge fairly evenly from 5 to 9 days after imbibition with a daily increase of 4.4.
2. Auxins(IAA, IBA, NAA, 2,4-D) inhibited hypocotyl elongation and formation of lateral roots and increased hypocotyl diameter without influencing root length and hook diameter at higher concentrations. The dry weight of cotyledon was increased significantly as compared to that of hypocotyl and root. Among the tested auxins, 2,4-D was the most effective.
3. BA and 4PU-30 significantly reduced elongation of hypocotyl and root and resulted in the biggest diameter of hypocotyl when treated at higher concentrations. The lowest effective concentration of BA to prevent the formation of lateral roots was 12.5ppm. The formation of lateral roots could be completely prevented by BA and 4PU-30 treatment but kinetin, zeatin, zeatin riboside resulted in many lateral roots and increased thickness of soybean sprouts with little influence. Cotyledon deformation was found in soybean sprouts treated by 4PU-30.
4. 2,4-D was the most effective for increasing the hypocotyl diameter while 4PU-30 was the most effective for reducing no. of lateral roots.
5. It can be concluded that among the plant growth regulators tested, BA was effective in reducing root length and increasing hypocotyl diameter. BA 12.5 ppm or 15 ppm may thus be the more practical for production of soybean sprouts.

\* 農藥研究所 農藥生物科 Agricultural Chemicals Research Institute, RDA, Suwon, 440-707, Korea.

\*\* 慶熙大學校 產業大學 園藝學科 Dept. of Horticulture, Kyung Hee Univ., Yong-in, 449-900, Korea.

\*\*\* 日本 農業生物資源研究所 生理活性物質研究所 National Institute of Agrobiological Resources, Tsukuba, 305, Japan.

6. ABA showed no significant effect of growth parameter, however ABA 25 ppm inhibited only no. of lateral roots with little influence on the growth of seedling.
7. Ethephon inhibited the elongation of hypocotyl and root and increased hypocotyl diameter at higher concentrations.
8. The combined effect of cytokinins and ethephon was very similar to result of BA treatment alone. As the ethephon concentration increased, hypocotyl diameter and dry weight of cotyledon tended to increase.

## 緒 言

蛋白質과 脂肪의 含量이 많은 荳科作物은 主食混用 또는 加工食品으로 利用되어 왔으며, 콩과 綠豆는 콩나물과 숙주나물로서 오래전부터 食用되어 왔다. 콩나물은 어느 程度 吸水시킨 콩을 20~25℃의 暗所에서 하루에 4~5회씩의 灌水로 一週日 가량 栽培하여 生産하는 菜蔬食品이며, 김치類와 더불어 vitamin의 供給源으로서 重要한 副食源의 一種이다.

콩나물은 高麗時代 以前부터 食用으로 使用되어 오던 古有食品으로서 大豆黃卷<sup>14)</sup>이라 불리웠고, 콩과 綠豆를 시루에서 콩나물과 숙주나물로 키워서 大衆食品으로 널리 利用되어 왔다. 콩나물은 家庭에서도 栽培가 容易하고 값이 싸며, 또한 tryptophan과 lysine等 amino酸이 豊富하게 含有되어 있어 主食인 쌀에 不足한 이들 必須 amino酸을 補充해 줄 뿐만 아니라 多量의 vitamin C를 供給해 준다.<sup>22)</sup> 現在 우리 나라의 1日 콩나물 生産量은 約 1,000 ton 程度이고, 金額으로는 約 5億원 程度로 推定하고 있다. 콩나물 生産을 爲해서는 土壤이 必要하지 않고, 4~6日 程度밖에 所要되지 않은 짧은 栽培期間으로 出荷가 可能하고, 또한 一年내내 栽培가 可能하다는 特性이 있어 앞으로는 繼續 生産 및 消費가 될 것으로 分析된다.

大部分의 사람들이 콩나물의 生産이 簡單한 콩의 發芽過程이라고 斷定할 수도 있으나 實際로는 콩에 아무런 處理를 하지 않고, 그대로 栽培하면 대개의 境遇 콩나물의 뿌리가 매우 길어지고, 下胚軸이 가늘어지며 細根發生이 많아져 品質을 低下시킨다.<sup>5)</sup> 또 家庭에서 細根다듬기에 많은 努力이 必要하고 特別히 콩나물을 加工하여 통조림으로 生産하는 企業에게는 加工을 거의 不可能하게 만들며, 商品의 品質 低下를 招來하는 등 여러가지 問題點을 가지고 있다. 現在 一部 콩나물 栽培業者는 使用이 許可된 인

돌川液劑<sup>16)</sup>(1982年 6月 8日 登錄)를 使用하고 있고, 1986年度 우리 나라에서 使用된 인돌비의 消費量은 總 165,168kg으로 有效成分量으로는 826kg 이었다.<sup>17)</sup>

콩나물에 對한 인돌비의 處理效果에 關하여는 比較的 詳細하게 研究된 바 있으나 各種 生長調節物質 處理時 子葉과 下胚軸의 伸長, 肥大 및 細根發生 等에 對한 生理的인 機構, hormonal balance 側面에서의 다른 生長調節物質의 變化에 미치는 影響, 細根發生이 抑制된 콩나물의 特性 및 새로운 生長調節物質의 開發 可能性에 對한 研究는 거의 찾아 볼 수 없고, 또한 인돌비의 作用機作을 理解하기가 매우 어려운 實情이므로 여러가지 生理活性物質에 對한 廣範圍하고 具體的인 研究의 必要性이 要請된다. 本 研究는 콩나물의 生育 및 其他 特性의 經時的 變化和 生長調節物質의 單用 및 混用處理가 콩나물의 生育에 미치는 效果를 檢討하였다.

## 材料 및 方法

### 實驗 I. 콩나물의 生育 및 其他 特性의 經時的 變化

本 實驗에 使用된 pot는 直徑 11.2cm, 높이 19.5cm인 1/10,000a 不透明 白色 플라스틱 pot (바닥에  $\phi$ 2.2cm 크기의 구멍 하나)를 利用하였으며, 種子는 콩나물 栽培用인 韓國產 在來種 콩나물 콩인 비둘기콩(일명 쥐눈콩)을 各 處理當 96g을 2% sodium hypochlorite에 10分間 消毒後 水道물에 깨끗이 洗淨하여 暗室(25 $\pm$ 2℃)에서 1ℓ 用 비이커에 하루 동안 浸漬시켰으며(이때 6時間마다 換水), 다시 하루 동안 가체에 담아 1日 4回 灌水하였다. 이때 콩의 發根狀態는 0.5~1cm 程度의 均一한 狀態로 되며, 이것을 가제 두겹이 깔린 pot當 種子 32g씩을 定置하였고, aluminium foil로서 뚜껑을 덮었다. 每日 4回(08, 12, 16, 20時)에 걸쳐 每回 pot當 約 800ml의 水道물은 灌水

하여 暗室(25°±2°C)에서 生育시켜 浸漬後 1, 2 (0day after treatment), 3(1 DAT), 5(3 DAT), 7(5 DAT), 9(7 DAT)日에 生育 및 其他 特性의 經時的 變化를 調査하였다. 모든 處理는 亂塊法 3 反復으로 하였고 調査個體數는 反復當 10 個體를 利用했다. 重量 測定은 electronic reading balance (島津製作所, Model Libror ED-H 200, Libror Ael-200)를 利用했고, 乾重은 熱風循環式 乾燥器 (Mitamura Riken Kogyo Inc., Circulation Oven One Touch Type)를 利用하여 80°C에서 2日間 乾燥시킨후 測定하였다.

뿌리原基 및 細根發生 樣相은 콩나물의 品質面에서 아주 重要할 뿐만 아니라 生理學的으로도 매우 重要하다고 생각된다. 뿌리原基의 發生과 細根發生 樣相을 알고자 70% Et-OH 90ml, acetic acid 5 ml 및 formaldehyde solution 5ml 比率로 稀釋한 FAA 固定液에 콩나물을 넣고, parafilm 으로 密封시켰다. FAA 固定液에 定置시킨 콩나물의 細根 發生部位의 約 1 cm 程度 뿌리 部分을 surgical blades로 切斷하여 oxford vibratome (sectioning system)를 利用하여 100μ 두께로 잘라 microslice 上에 놓고 toluidine blue 0.1% 液을 pipette로 한 방울 떨어뜨린후 micro standard cover glass(24 × 32 m/m)를 덮고, 全自動 顯微鏡 寫眞攝影裝置 (Olympus Model PM-10 AD)로 20 倍로 調査, 撮影하였다.

水分保有力의 變化는 浸漬後 3, 5, 7日에 各 15 個씩의 均一한 콩나물을 3反復으로 sampling 한 것을 寒冷紗 주머니에 넣어서 平均 溫度 23°~24°C, 平均 濕度 52.5%에서 時間別 新鮮重의 變化를 調査하였다.

## 實驗 II. 生長調節物質의 單用 및 混用處理가 콩나물의 生育에 미치는 效果

콩나물의 栽培는 實驗 I 과 同一하게 栽培하였고, 콩 浸漬後 2日째에 所定濃度의 生長調節物質을 調製하여 1N KOH나 0.5N HCl로서 pH 7.0으로 調節하여 handy vacuum(Nakamura Seisakusho Co.)을 利用하여 20 ml 씩 噴霧處理하였다. 本實驗에 使用한 生長調節物質中 IAA (Indole-3-acetic acid), IBA (Indole-3-butyric acid), NAA (Naphthalene-acetic acid), 2,4-D (2,4-Dichlorophenoxyacetic acid)는 和光純藥工業株式會社, kinetin은 Nutritional Biochemicals Corp-

oration, BA와 4PU-30[N-(2-chlor-4-pyridil)-N'-phenylurea]은 協化醱酵工業株式會社, brassinolide 液劑(BR-10)는 日産化學工業株式會社, zeatin과 zeatin riboside는 美國 Calbiochem-Behring Corp. 社産을 利用하였다. 實驗은 1987年 日本 農林水産省 農業生物資源研究所 生理活性物質研究室 및 1988年 慶熙大學校 水原 campus의 園藝學科 實驗室에서 遂行되었다.

## 結果 및 考察

### 實驗 I. 콩나물의 生育 및 其他 特性의 經時的 變化

#### 1. 콩나물의 生長曲線(Growth curve)

콩나물 伸長의 經時的 變化를 그림 1에서 보면 浸種 3日後부터 活潑히 이루어져 以後 9日까지는 거의 直線的으로 增加하는데 浸種 3日後에 0.9cm이던 것이 浸種 9日後에는 27.2cm로 伸長되어 日平均 3.8cm씩 增加하였다. 또한 部位別 伸長程度는 浸種 7日後부터는 下胚軸의 伸長이 鈍化되고, 뿌리 伸長은 오히려 더 促進되었다. 콩나물 下胚軸의 hook 및 最大直徑의 變化는 浸種 7日後까지는 緩慢하게 增加하였으나 그 以後에는 類似하였다. 細根은 浸種 5日後부터 發生하기 始作하여 經時的으로 크게 增加하였는데 浸種 9日後에는 23.8 個로 每日 約 4.4 個 程度의 增加를 보였다.

#### 2. 뿌리原基 및 細根發生 樣相

뿌리原基 및 細根發生 樣相은 表 1에서 보는 바와 같이 콩種子 浸漬 3日後에 뿌리原基가 個體當 平均 8.0 個가 發生되었으며, 5日後에는 5.3 個, 7日後에는 6.7 個였다. 細根發生數는 3日後에는 보이지 않았으나 5日後에 14.3 個, 7日後에는 21.3 個로 크게 增加하였다. 뿌리原基가 浸漬 3日後에 8.0 個에서 5日後에 5.3 個로 減少되는 것은 뿌리原基가 細根으로서 發生되었기 때문인 것으로 생각된다. 콩나물의 生産適期는 콩種子를 浸漬시킨後 6~7日 頃인데, 이때 細根發生數가 21.3 個로서 아주 많이 發生되고 있어 品質面에서 細根發生이 相當히 問題가 되고 있음을 알 수 있고, 더욱이 콩나물을 통조림으로 加工 生産코자 할 境遇에는 加工 自體를 거의 不可能하게 만들고 있어 콩나물 生長 制御의 必要性이 있다고 하겠다.

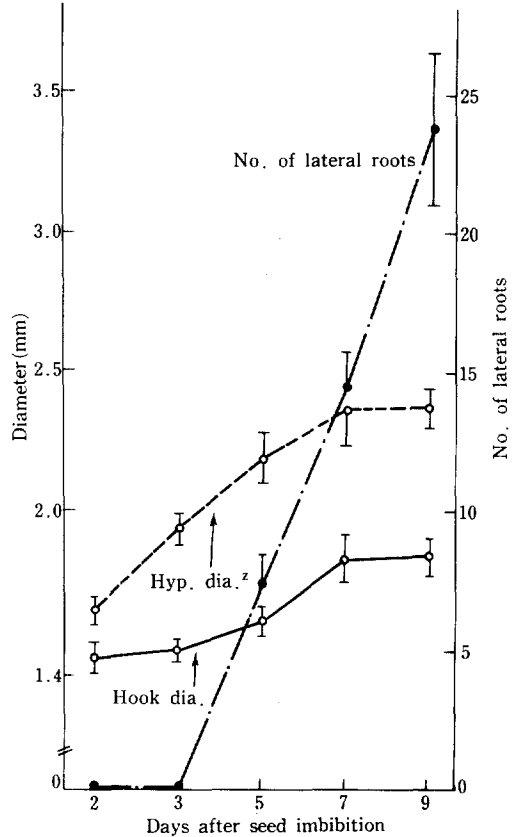
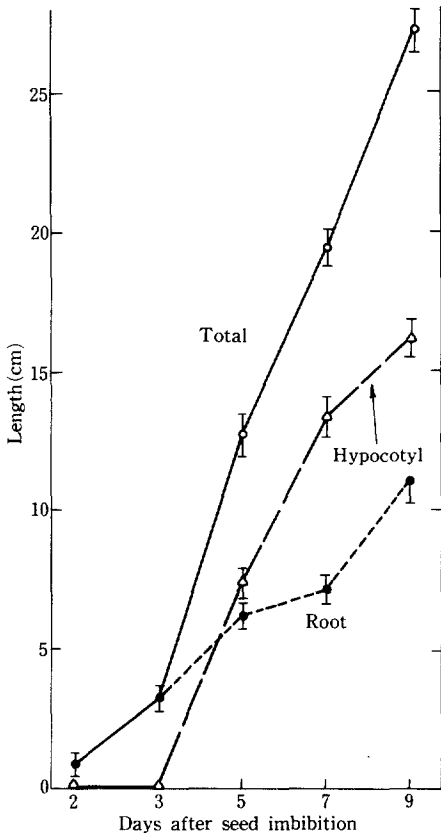


Fig. 1. Growth curve on the length, diameter, and no. of lateral roots in soybean sprouts. Vertical bars represent standard error.

<sup>z</sup> Diameter of hypocotyl portion of maximum diameter.

Table 1. Change of total no. of lateral root primordia and emerged lateral roots in soybean sprouts.

DASI <sup>z</sup>	Lateral root primordia	Emerged lateral roots
3	8.0 ± 1.53 <sup>y</sup>	0
5	5.3 ± 1.20	14.3 ± 1.76
7	6.7 ± 1.86	21.3 ± 0.88

<sup>z</sup> Days after seed imbibition.

<sup>y</sup> Standard error.

### 3. 水分保有力의 變化

콩나물의 水分保有力은 그림 2에서 보는 바와 같이 自然狀態로 室溫에서 寒冷紗에 乾燥時 7~9時間 가량 지나면 約 50%의 新鮮重이 急激히 減少하였다. 13時間後의 新鮮重 變化는 뚜렷하지 않았으며, 浸漬 3日後는 5日後나 7日後 보다 水分保有力이 顯著하였다.

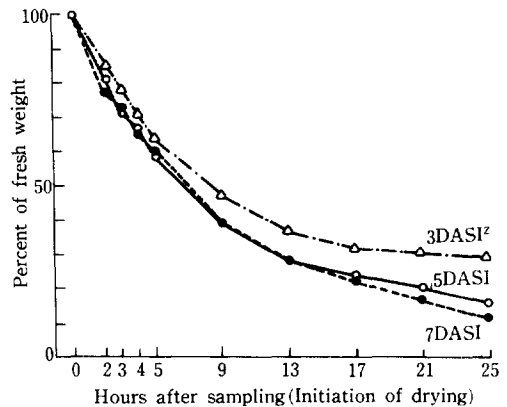


Fig. 2. Change of water retaining ability in soybean sprouts sampled 3, 5, 7 days after seed imbibition.

<sup>z</sup> Days after seed imbibition.

**實驗 II. 生長調節物質의 單用 및 混用處理가 콩나물의 生育에 미치는 效果**

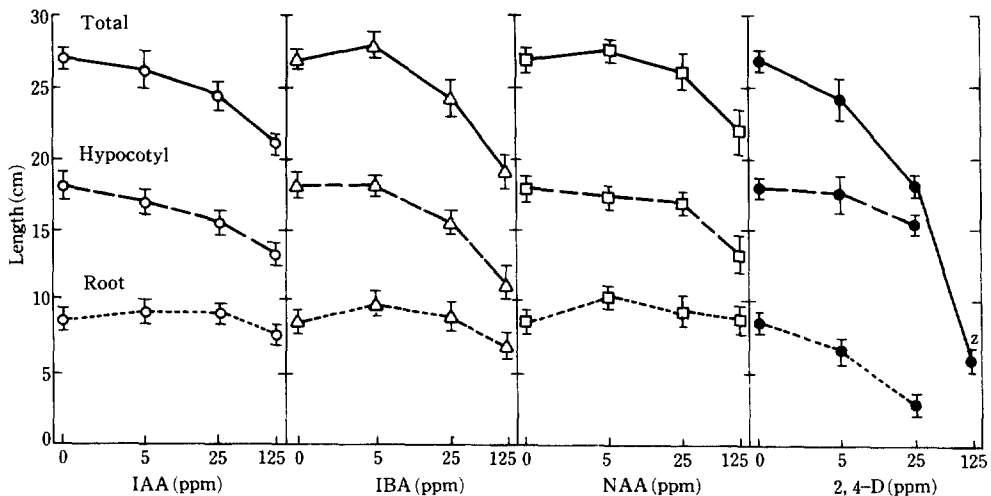
**1. Auxin 및 類似物質**

콩나물의 部位別 生長에 미치는 auxin 및 類似物質의 效果를 그림 3에서 보면 IAA, IBA, NAA, 2,4-D의 5, 25, 125 ppm 處理時(藥劑 處理後 5 日에 調査) 濃度가 높으면 높을수록 全長, 下胚軸長이 抑制되었으나 根長에 對한 影響은 보이지 않았는데, 2,4-D만은 根長의 抑制도 顯著하였다. auxin類 處理時 伸長抑制는 根長보다 下胚軸長의 抑制에 依한 것으로 看做된다.

콩나물의 肥大 및 細根數에 미치는 影響은 그림 4에서 보는 바와 같이 hook 肥大에 IAA, IBA, NAA는 어떤 影響이 보이지 않는 反面 2,4-D의 125ppm 處理時 크게 增加되었다. 콩나물의 下胚軸에 있어서 最大直徑은 發根部位의 約 0.5cm 上部인데, auxin 濃度가 높을수록 最大直徑이 增加하였고, 特히 2,4-D 處理에서 顯著하였다. auxin類 處理時 hook 肥大에는 別로 影響이 없는 反面 最大直徑은 增加하여 下胚軸 上下部 即 部位別 auxin의 影響이 다른 것으로 생각된다. Andreae와 Ysselsstein<sup>2)</sup>은 완두에 있어서 뿌리가 上胚軸보다 IAA를 보다 많이 蓄積하는데 뿌리 先端의 急速한 IAA蓄積 때문에 浸漬後 半時間 後에 뿌리 先端의 IAA 濃度는 上胚軸보다 높았다고 하여 下胚軸의 上下部 部位

別 影響이 다를 可能性을 示唆하고 있다. 다른 auxin과는 달리 2,4-D는 그 效果가 顯著하였는데 이는 2,4-D가 숙주나물에 對해 效果가 있었다는 많은 報告<sup>5,34,35)</sup>가 이를 뒷받침 해주고 있다.

細根數에 미치는 auxin類의 影響은 그림 4에서 보는 바와 같이 濃度가 높을수록 약간 抑制되는 傾向이었고, 特히 2,4-D에서 顯著하였다. 一般적으로 IAA 役割中の 하나가 切斷된 苗에 있어서 發根을 促進시키는 것으로 報告<sup>1,9,13,26,33)</sup>되고 있다. 이러한 많은 報告와는 달리 本 實驗에서는 auxin類 處理時 細根發生이 약간 抑制되었는데, 이는 Chang과 Chen<sup>5)</sup>의 結果와도 類似하였다. Blakely等<sup>3)</sup>은 무우 3日된 苗에 있어서 IAA는 뿌리原基를 增加시키나, IAA 濃度가 높으면 뿌리原基形成을 抑制한다고 하였는데, 外生 IAA의 反應이 나타나지 않은 것은 IAA 透過가 일어나지 않거나 pericycle (內鞘)의 部分이 鈍感한 것에 起因될 수도 있다고 하였다. auxin類의 細根發生 促進效果의 많은 報告와 本 實驗結果와의 差異는 優先 完全한 植物體인 콩나물과 切斷된 植物體와는 auxin의 吸收移行에 큰 差異가 있을 수 있고, 콩나물 栽培時 藥劑處理後 3時間부터 灌水를 하기 때문에 溶脫될 可能性이 있으며, 한편으로는 콩나물 自體가 가지고 있는 内生 auxin의 含量이 充分한 境遇에는 外生 auxin의 效果가 相對적으로 뚜렷하지 못하게 되는 것으로 意料된다.



**Fig. 3.** Effect of auxins on the elongation of soybean sprouts.

Vertical bars represent standard error.

<sup>z</sup> Precise distinction between hypocotyl and root was not possible because the treated seedlings had no lateral roots.

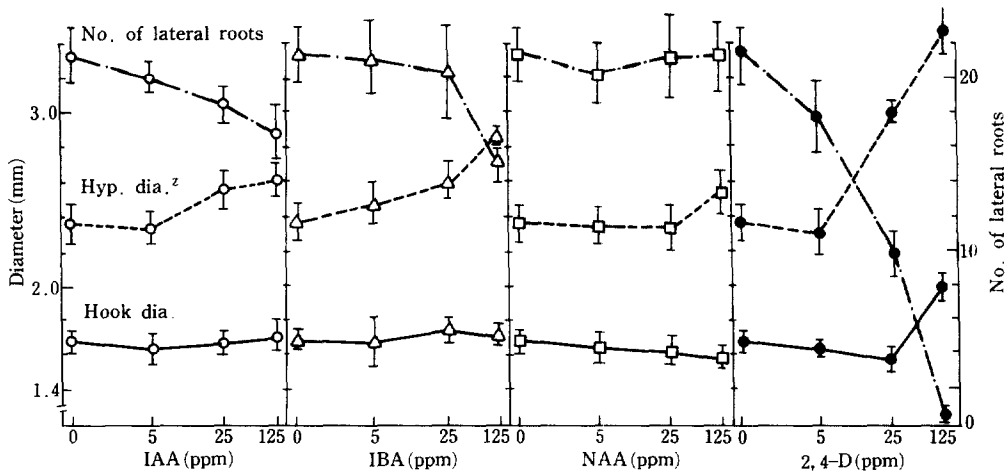


Fig. 4. Effect of auxins on the growth and no. of lateral roots in soybean sprouts.

Vertical bars represent standard error.

<sup>z</sup> Diameter of hypocotyl portion of maximum diameter.

Table 2. Effect of auxins on the dry weight of various parts of soybean sprouts and ratio of dry wt.

Treatment	Concentration (ppm)	Dry wt. (g/10 sprouts)				Ratio of dry wt.
		Cotyledon	Hypocotyl	Root	Total	Cotyl./Hyp. + Root
Cont.	0	0.447 ± 0.035 <sup>z</sup>	0.253 ± 0.002	0.070 ± 0.004	0.770 ± 0.041	1.38
IAA	5	0.463 ± 0.039	0.232 ± 0.007	0.061 ± 0.004	0.755 ± 0.033	1.59
	25	0.457 ± 0.025	0.221 ± 0.007	0.060 ± 0.001	0.738 ± 0.028	1.63
	125	0.547 ± 0.020	0.196 ± 0.019	0.057 ± 0.004	0.800 ± 0.016	2.16
IBA	5	0.464 ± 0.049	0.250 ± 0.020	0.067 ± 0.009	0.780 ± 0.077	1.47
	25	0.462 ± 0.014	0.227 ± 0.003	0.073 ± 0.020	0.762 ± 0.015	1.54
	125	0.473 ± 0.032	0.200 ± 0.004	0.051 ± 0.003	0.725 ± 0.034	1.88
NAA	5	0.408 ± 0.017	0.221 ± 0.004	0.078 ± 0.002	0.707 ± 0.014	1.36
	25	0.473 ± 0.011	0.234 ± 0.008	0.072 ± 0.004	0.779 ± 0.011	1.55
	125	0.500 ± 0.036	0.214 ± 0.004	0.071 ± 0.007	0.786 ± 0.037	1.75
2,4-D	5	0.430 ± 0.009	0.245 ± 0.007	0.068 ± 0.004	0.746 ± 0.002	1.36
	25	0.442 ± 0.005	0.235 ± 0.003	0.070 ± 0.001	0.746 ± 0.009	1.45
	125	0.544 ± 0.017	— <sup>y</sup>	— <sup>y</sup>	0.779 ± 0.012 <sup>y</sup>	2.31

<sup>z</sup> Standard error.

<sup>y</sup> Not available because the precise distinction between hypocotyl and root can not be made.

콩나물 部位別 乾重에 미치는 auxin의 效果는 表 2에서 보는 바와 같이 auxin 濃度가 높을수록 子葉重은 增加하였으나 下胚軸 및 根重은 抑制되는 傾向이었고, 이는 auxin 處理에 依한 下胚軸의 伸長이 抑制되고, 細根發生이 어느 程度 抑制된 것에 起因된 것으로 생각된다.

## 2. Cytokinin 類 및 類似物質

콩나물 部位別 伸長에 미치는 cytokinin 類의 單用效果는 그림 5에서 보는 바와 같이 kinetin, zeatin, zeatin riboside는 下胚軸 伸長에 뚜렷한 效

果를 보이지는 않았으나 대체로 濃度가 높을수록 根長은 抑制되는 傾向이었다. 그러나 BA와 4 PU-30은 下胚軸 및 根長이 크게 抑制되었다. 콩나물의 肥大 및 細根數에 미치는 cytokinin 類의 單用效果는 그림 6에서 보는 바와 같이 BA와 4 PU-30의 處理濃度가 높을수록 hook의 肥大가 促進되었고 最大直徑 또한 더욱 增加하였는데, Chang과 Chen<sup>6)</sup>도 숙주나물에 ethylene, 2,4-D 및 BA 處理가 效果의이라 報告하여 本實驗의 結果를 뒷받침 해주고 있다. cytokinin이 細根發生에 미치는 效果에 對해서는 많은 報告가 있는데, Torrey<sup>29, 30, 31)</sup>는 완

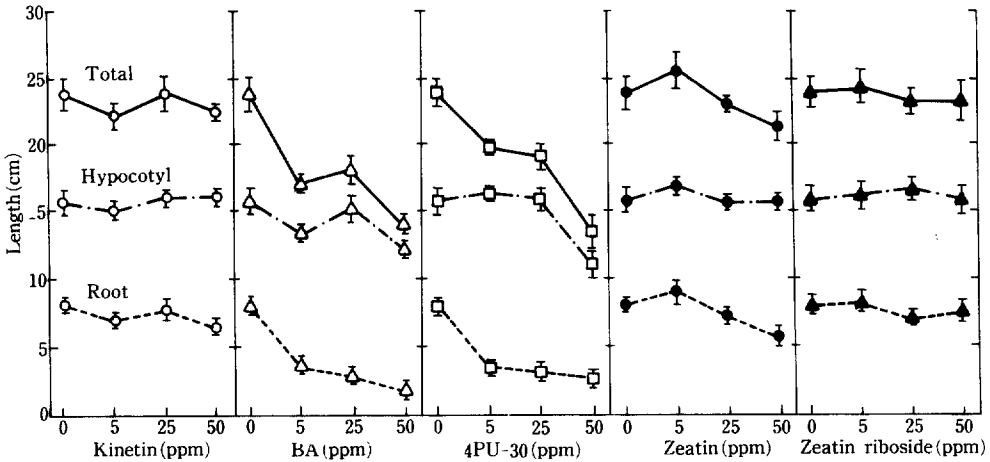


Fig. 5. Effect of cytokinins on the length of total, hypocotyl and root in soybean sprouts. Vertical bars represent standard error.

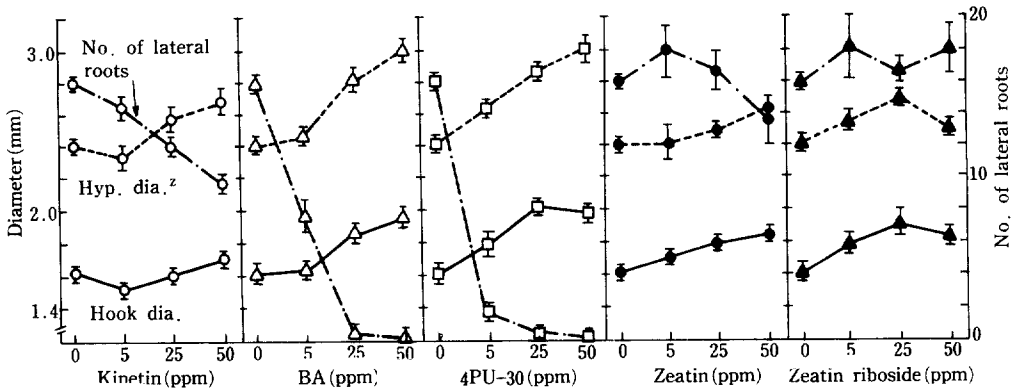


Fig. 6. Effect of cytokinins on the hypocotyl and hook diameter, and no. of lateral roots in soybean sprouts. Vertical bars represent standard error.

<sup>z</sup> Diameter of hypocotyl portion of maximum diameter.

두 뿌리 先端은 細根形成의 天然抑制劑인 어떤 物質을 生産한다고 하였고, 이것이 kinetin에 依해 惹起된다고 報告하였다. Goldacre<sup>31</sup>)는 kinetin의 形成이 細胞分裂의 正常的인 附隨物로 看做하였고, Böttger<sup>41</sup>)는 완두에 cytokinin 處理時 細根發生이 크게 抑制되었다고 하였다. Peter 等<sup>23</sup>)은 側芽發育은 cytokinin의 合成程度에 달려 있다고 했고, Short와 Torrey<sup>25</sup>)는 완두 뿌리 先端의 0~1mm는 1~5mm部位보다 避離 cytokinin이 43-44倍 包含되어 있다고 했고, Weightman<sup>32</sup>)은 모든 cytokinin이 細根의 開始와 出現을 抑制하였고, 그中 zeatin이 가장 強力한 抑制劑였다고 했다.

이와 같이 cytokinin은 細根發生을 抑制시키며,

뿌리 先端에서 生成되어 求頂의으로 移動되는 것으로 알려져 있다. 한편 4PU-30은 BA와 效果가 類似하였는데 adenine系인 BA, kinetin, zeatin과는 달리 4PU-30은 尿素系(diphenylurea)로서 이系가 活性이 낮기 때문에 cytokinin 論議에서 除外되는 境遇가 많았으나 活性이 높은 4PU-30이 合成되므로서 여기에 對한 많은 研究 結果가 報告되고 있다<sup>11,12,15,18,19,20,27,28</sup>). 이와 같이 4PU-30이 BA와 類似한 效果가 있으나 어느 濃度에서나 子葉이 뒤틀어지는 非正常的인 生長 現象이 보였고, 이는 다른 生長調節物質 處理에서는 볼 수 없는 特異한 現象으로 생각되며, 이에 對한 具體的인 研究가 要望된다.

**Table 3.** Effect of BA treatments on the growth of soybean sprouts.

Treatment	Concentration (ppm)	Length(cm)			Hyp. dia. (mm)	No. of lateral roots
		Total	Hyp.	Root		
Cont.	0	20.7±0.72	12.4±0.67	8.3±0.15	2.8±0.03	10.9±0.54
BA	5	17.8±0.62	12.9±0.23	4.9±0.41	3.2±0.03	6.2±0.44
	10	15.9±0.31	12.5±0.09	3.5±0.27	3.2±0.07	1.0±0.03
	12.5	12.0±1.05	10.6±0.06	2.3±0.15	3.4±0.12	0
	15	13.3±0.52	10.1±0.38	3.2±0.15	3.6±0.03	0
	20	12.9±0.34	10.4±0.45	2.5±0.12	3.6±0.00	0
	25	12.1±0.18	9.7±0.09	2.3±0.15	3.6±0.03	0

zeatin 이 細根發生의 強力한 抑制劑였다는 많은 報告(4, 21, 32) 와는 달리 本 實驗에서의 相反된 結果는 콩나물이 完全한 植物體이기 때문에 切斷된 植物體와의 透過性이나 吸收速度에 큰 差異가 있을 것으로 생각되고 더구나 藥劑處理後 3 時間에 灌水를 해야 하기 때문에 吸收가 充分히 이루어지기 前에 溶脫될 可能性 또한 높다.

鄭<sup>7)</sup>은 콩나물의 BA 處理時 뿌리 先端의 褐變現象을 指摘하면서 이 褐變現象 때문에 BA의 單獨使用은 바람직하지 않다고 하였으나 本 實驗에서는 褐變現象이 거의 보이지 않았는데, 이는 BA의 高濃度(100 ppm) 處理時에 일어날 수 있으며, 低濃度(5, 25 ppm)에서는 이러한 現象이 보이지 않아 콩나물의 BA 單獨使用 可能性이 매우 높아졌다고 생각된다.

BA 濃도가 콩나물 生育에 미치는 效果는 表 3에서 보는 바와 같이 細根發生이 거의 完整하게 抑制

될 수 있는 最低濃도는 12.5ppm이었다. 콩나물은 藥劑處理後 4~5日이면 食用되기 때문에 低濃도가 더 安全性이 큰 것으로 判斷되며, 따라서 現在 콩나물 栽培에 使用하는 인돌비 液劑(IAA 25ppm + BA 16.7 ppm)의 組成이나 使用濃도 및 使用回數에 對해 새롭고 幅넓은 再檢討가 要請된다고 생각된다.

콩나물의 部位別 乾重에 미치는 cytokinin의 效果는 表 4에서 보는 바와 같이 子葉 乾重은 增加하였으나 藥種別, 濃度別 效果는 傾向이 보이지 않았고, 根重은 크게 抑制되었다.

### 3. Ethephon

콩나물의 部位別 伸長, 肥大 및 細根發生에 미치는 ethephon의 影響은 그림 7에서 보는 바와 같이 125ppm 處理에서 伸長이 약간 抑制되었고, 細根發生도 약간 抑制되었으나 15個 以上の 細根이 發生되었다. 숙주나물에 있어서 ethylene의 利用

**Table 4.** Effect of cytokinins on the dry weight in soybean sprouts.

Treatment	Concentration (ppm)	Dry wt. (g/10 sprouts)				Ratio of dry wt. Cetyl./ Hyp. + Root
		Cotyledon	Hypocotyl	Root	Total	
Cont.	0	0.472±0.007 <sup>2</sup>	0.225±0.011	0.054±0.002	0.751±0.007	1.69
Kinetin	5	0.552±0.021	0.208±0.012	0.045±0.001	0.805±0.003	2.18
	25	0.506±0.027	0.228±0.012	0.045±0.004	0.779±0.039	1.85
	50	0.477±0.034	0.240±0.014	0.033±0.001	0.750±0.049	1.75
	BA	5	0.490±0.023	0.191±0.006	0.027±0.002	0.708±0.031
	25	0.484±0.018	0.258±0.010	0.018±0.002	0.760±0.021	1.75
	50	0.516±0.018	0.252±0.005	0.017±0.001	0.785±0.020	1.92
4PU-30	5	0.491±0.021	0.241±0.010	0.017±0.000	0.749±0.026	1.90
	25	0.501±0.039	0.257±0.005	0.014±0.001	0.772±0.042	1.85
	50	0.486±0.002	0.249±0.010	0.009±0.002	0.744±0.009	2.13
Zeatin	5	0.463±0.005	0.249±0.012	0.055±0.006	0.762±0.020	1.55
	25	0.416±0.021	0.231±0.006	0.044±0.005	0.691±0.021	1.51
	50	0.456±0.028	0.229±0.008	0.036±0.004	0.721±0.037	1.72
Zeatin riboside	5	0.438±0.011	0.237±0.013	0.052±0.003	0.727±0.006	1.52
	25	0.459±0.033	0.254±0.012	0.045±0.003	0.758±0.048	1.54
	50	0.445±0.008	0.224±0.006	0.045±0.003	0.714±0.016	1.65

<sup>2</sup> Standard error.



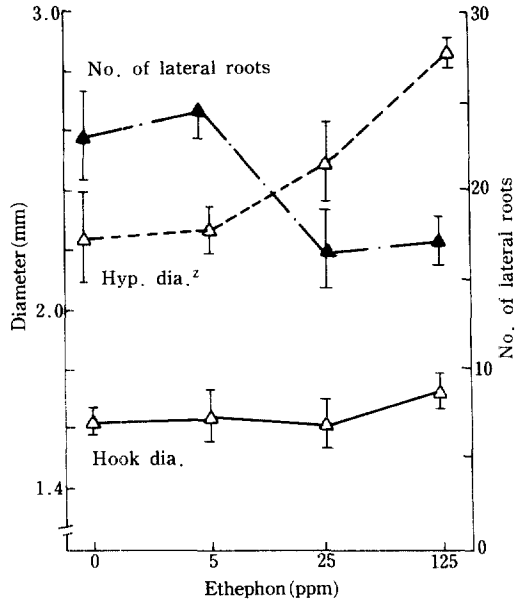
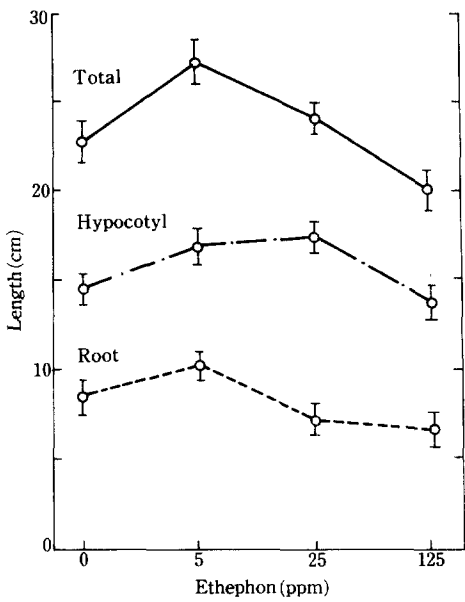


Fig. 7. Effect of ethephon on the length, diameter and no. of lateral roots in soybean sprouts. Vertical bars represent standard error.

<sup>z</sup> Diameter of hypocotyl portion of maximum diameter.

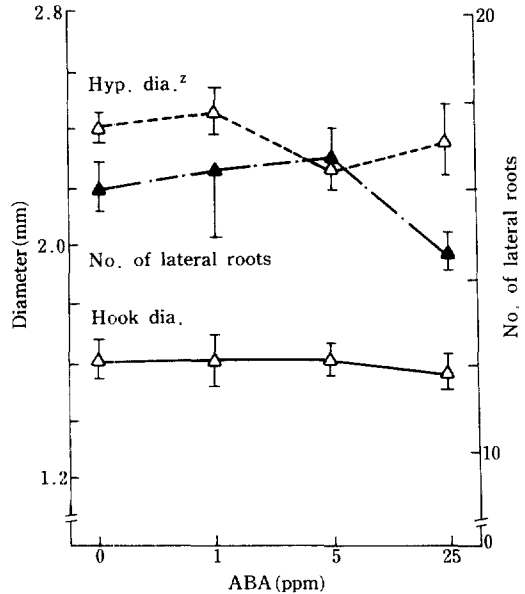
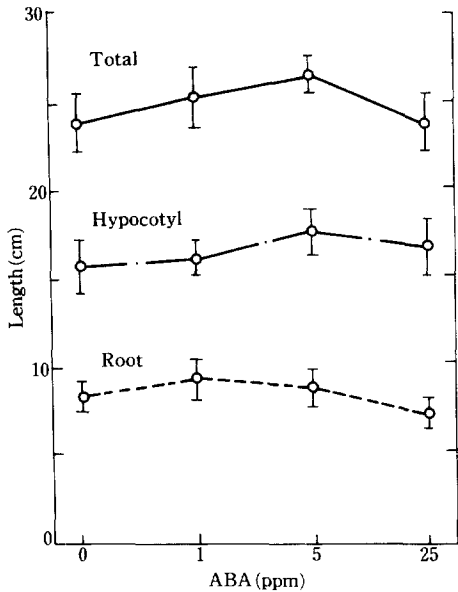


Fig. 8. Effect of ABA on the length, diameter and no. of lateral roots in soybean sprouts.

<sup>z</sup> Diameter of hypocotyl portion of maximum diameter.

이 많이 勸獎되고 있음에도 不拘하고 ethephon의 효과가 적은 것은 處理後 3時間의 灌水에 依해 ethephon의 溶脫로 因한 것이 主原因이 아난가 思料된다.

#### 4. Abscisic acid

콩나물 部位別 伸長, 肥大 및 細根數에 미치는 ABA의 效果는 그림 8에서 보는 바와 같이 全長, 下胚軸長, 肥大에 거의 影響이 없었고, 細根發生의

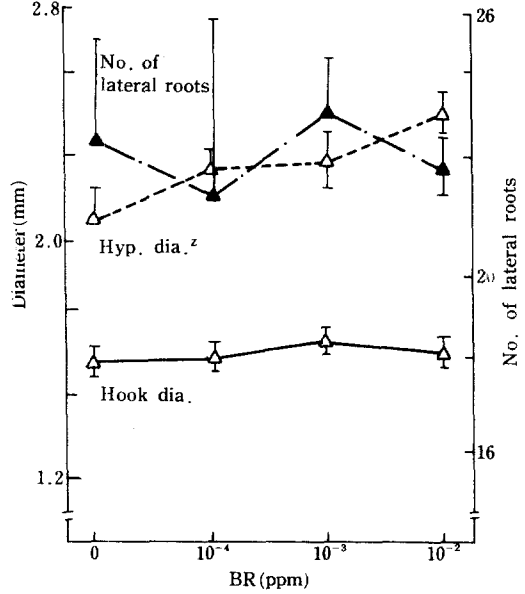
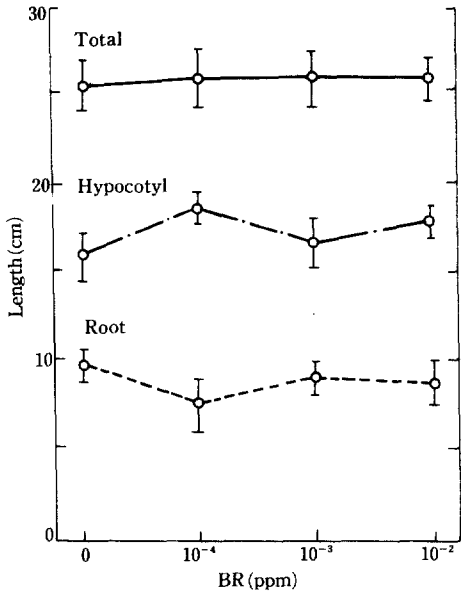


Fig. 9. Effect of brassinolide on the length, diameter and no. of lateral roots in soybean sprouts.

Vertical bars represent standard error.

<sup>z</sup> Diameter of hypocotyl portion of maximum diameter.

抑制效果만 25ppm 處理에서 볼 수 있었다. Heide<sup>10)</sup>는 ABA가 auxin과 gibberellin과는 反對效果를 가지고 있으며, ABA는 begonia 잎의 不定芽의 形成을 促進하였으나, 高濃度인 20ppm에서 根數가 抑制되었다고 하여, 本 實驗結果와 一致하였다.

### 5. Brassinolide

Brassinolide의 影響은 그림 9에서 보는 바와 같이 最大直徑이 약간 增加한 以外에는 生長에는 아무런 影響이 보이지 않았다. brassinolide<sup>24)</sup>는 普通 10<sup>-1</sup>~10<sup>-4</sup> ppm에서 그 效果가 나타나고, 天然的으로 含有된 量은 花粉에서 約 10<sup>-1</sup> ppm, 植物體 全體에서 10<sup>-2</sup>~10<sup>-4</sup> ppm이기 때문에 本實驗의 處理濃度는 植物體 自體가 가지고 있는 濃度에 가깝다고 하겠으나 보다 폭넓은 濃度에서의 效果를 檢討할 必要性이 있다고 생각된다.

### 6. IAA + cytokinins

콩나물 生育에 미치는 IAA와 cytokinin의 混用效果는 그림 10에서 보는 바와 같이 BA 25ppm, IAA 25+BA 25ppm 및 IAA 25+4PU-30 25ppm이 無處理에 비해 伸長이 크게 抑制되었고 肥大가 促進되었으며, 細根發生은 크게 抑制되었다. 處理間에 있어서 BA 單獨處理와 IAA+BA 混用

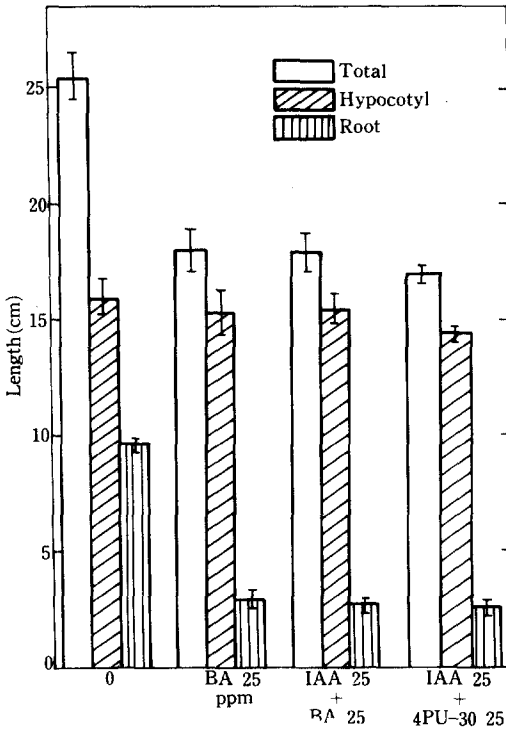
處理에서 콩나물의 伸長, 肥大 및 細根 發生數에 있어 極히 類似하여 여러가지 面을 생각할 때 BA에 IAA를 混合하는 것이 必須的이 아니라고 判斷된다. cytokinin 中 特히 BA에 對한 brassinolide (Date 省略)나 ethephon의 混用時 BA 單獨處理效果와 類似하였으나 ethephon의 處理濃度가 높을 수록 肥大가 促進되고, 根重은 抑制되는 傾向을 보였다(그림 11).

### 摘 要

콩나물의 生育 및 細根發生에 미치는 몇가지 生長調節物質의 處理效果에 關하여 研究한 重要한 結果를 要約하면 다음과 같다.

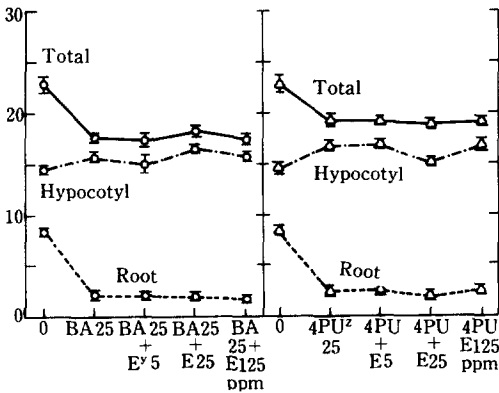
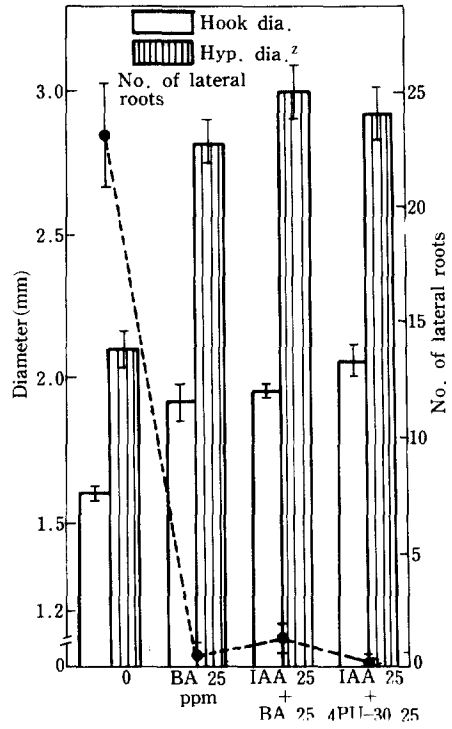
1. 콩나물 伸長의 經時的 變化를 보면 浸種 3日 後부터 活潑히 이루어져 以後 9日까지는 日平均 3.8cm씩 거의 直線的으로 增加하였다. 또한 部位別로는 浸種 7日 以後부터는 下胚軸의 伸長이 純化되고, 뿌리伸長은 오히려 더 促進되었다. 細根은 浸種 5日後부터 發生하기 始作하여 9日까지 每日 4.4個 程度의 增加를 보였다.

2. auxin類는 高濃度로 處理되었을 때는 콩나물의 下胚軸 伸長과 細根發生을 抑制하고 肥大를 促進하였으나 根長, hook 肥大 等에는 뚜렷한 效果



**Fig. 10.** Effect of IAA+cytokinins on the length, diameter and no. of lateral roots in soybean sprouts. Vertical bars represent standard error.

<sup>z</sup> Diameter of hypocotyl portion of maximum diameter



**Fig. 11.** Effect of cytokinins+ethepton on the elongation in soybean sprouts.

<sup>z</sup> 4PU-30 25ppm

<sup>y</sup> Ethephon

를 보이지 않았으며, 子葉重은 약간 증가시키는 傾向이었다. auxin類(IAA, IBA, NAA, 2,4-D)中에서는 2,4-D가 가장 강한 下胚軸 肥大促進 및 細根發生 抑制效果를 보였다.

3. cytokinin類인 kinetin, BA, 4PU-30, ze-

atin, zeatin riboside의 效果를 同一 處理濃度에서 比較하면 4PU-30이 伸長抑制, 肥大促進, 細根發生 抑制效果가 가장 顯著하였으며, 다음이 BA였고, kinetin 등은 그 效果가 매우 낮았다. 4PU-30 處理는 子葉이 틀어지는 등의 藥害를 보였다.

4. auxin과 cytokinin의 處理效果를 比較할 때 下胚軸의 肥大에는 auxin類인 2,4-D가 가장 效果의인데 比해 發根抑制에는 cytokinin의 效果가 顯著하였는데 特히 4PU-30이 가장 效果的이었다.

5. BA의 處理濃度別(5, 10, 12.5, 15, 20, 25ppm)效果中 細根發生이 效果의으로 抑制될 수 있는 最低濃度는 12.5ppm이었다. 콩나물의 生産에는 BA가 가장 效果的이며 그 濃度는 12.5ppm이나 15ppm이 適當한 것으로 생각되며, BA 單用處理로서 인 들비의 效果를 가져올 수 있을 것으로 생각한다.

6. abscisic acid는 콩나물의 肥大 및 伸長에 뚜렷한 影響을 주지는 못하였으나 高濃度 處理에서만 細根發生이 약간 抑制되었다.

7. ethephon 處理는 콩나물의 全長, 下胚軸長, 根長의 伸長을 抑制하고 下胚軸의 肥大을 促進하였

는데, 處理濃도가 높을수록 그 효과가 顯著하였다.

8. cytokinin 과 ethephon 의 混用處理는 cytokinin 의 單用處理 效果와 類似하였으나 ethephon 의 處理濃도가 높을수록 最大直徑과 子葉重은 增加하고 根重은 오히려 抑制되는 傾向을 보였다.

## 引用 文 獻

1. Altman, A. and P.F. Wareing. 1975. The effect of IAA on sugar accumulation and basipetal transport of  $^{14}\text{C}$ -labelled assimilates in relation to root formation in *Phaseolus vulgaris* cuttings. *Physiol. Plant.* 33 : 32-38.
2. Andreae, W.A. and M.W. Van Ysselstein. 1960. Studies on 3-indoleacetic acid metabolism. VI. 3-indoleacetic acid uptake and metabolism by pea roots and epicotyls. *Plant Physiol.* 35 : 225-232.
3. Blakely, L.M., Ruth M. Blakely, and C.M. Galloway. 1986. Effects of dimethyl sulfoxide and pH on indoleacetic acid induced lateral root formation in the radish seedling root. *Plant Physiol.* 80 : 790-791.
4. Böttger, M. 1974. Apical dominance in roots of *Pisum sativum* L. *Planta* 121 : 253-261.
5. Chang, D.C.N. and S.J. Chen. 1985. Response of etiolated mungbean sprouts to plant hormones. International seminar on plant growth regulators.
6. Chang, D.C.N. and S.J. Chen. 1986. Response of etiolated mungbean sprouts to plant hormones. *Plant growth regulators in agriculture*. FETC book series 34 : 90-97.
7. 鄭松姬. 1983. 콩나물과 숙주나물의 栽培 및 몇가지 生長調節物質 處理效果. 慶熙大學校 大學院 碩士學位論文.
8. Goldacre, P.L. 1959. Potentiation of lateral root induction by root initials in isolated flax roots. *Australian J. Bio. Sci.* 12(4) : 387-398.
9. Goodwin, P.B. and S.C. Morris. 1979. Application of phytohormones to pea roots after removal of the apex : Effect on lateral root production. *Aust. J. Plant Physiol.* 6 : 195-200.
10. Heide, O.M. 1968. Stimulation of adventitious bud formation in begonia leaves by abscisic acid. *Nature* 219 : 960-961.
11. 磯谷遙, 首藤纈一, 高橋惣四郎, 三宅眞二, 河內薫美子, 岡本敏彦. 1982. サイトカイニン作用をもつ二, 三ウレア化合物のイネ苗條テストで示す伸張促進作用. *植物化學調節研究發表録集*. p.34.
12. 黒崎丈也, 首藤纈一, 岡本敏彦, 磯谷遙. 1980. 尿素系 サイトカトン인과 아데닌 사이트 카이닌의 作用點 について. *植物化學調節研究發表記録集* pp.31-33.
13. 李政明, 沈相七, 金武成. 1981. 名種生長調節物質의 生檢法에 關한 研究. 趙永植博士 회갑 기념논문집 : 775-783.
14. 이성우. 1978. 高麗以前 韓國食生活史研究. 鄉文社 pp.113-114.
15. 三宅眞二, 首藤纈一, 岡本敏彦, 磯谷遙. 1981. 4-ピリダジニルフェニル尿素誘導體のサイトカイニン 活性. *植物化學調節研究發表記録集* p. 12.
16. 농약사용지침서. 1987. 농약공업협회.
17. 농약연보. 1987. 농약공업협회.
18. Okamoto T., K. Shudo, and Y. Isogai. 1982. The fifth international congress of pesticide chemistry(IUPAC). IIC-11.
19. 岡本敏彦, 首藤纈一, 高橋惣四郎, 磯谷惣. 1976. 芳香族尿素誘導體의 사이트카이닌活性 について. *植物化學調節研究發表記録集*. p.23.
20. 岡本敏彦, 首藤纈一, 高橋惣四郎, 山田久美子, 磯谷遙. 1978. 아미노피리미진 誘導體의 사이트카이닌 作用. *植物化學調節研究發表記録集*. pp. 20-21.
21. Palni, L.M.S., Palmer M.V. and Letham D. S. 1984. The stability and biological activity of cytokinin metabolites in soybean callus tissue. *Planta* 160 : 242-249.
22. 박원기. 콩나물의 生育過程에 있어서 Tryptophan과 Lysine의 變량에 關한 研究. 조선대 사대 논문집 pp.203-220.
23. Peter, Kung-woo Lee, Bezalal Kessler and Kenneth V. Thimann. 1974. The effect of hadacidin on bud development and its implica-

- tion for apical dominance. *Physiol. Plant.* 31 : 11-14.
24. 九茂晋吾, 和田弘次郎. 1981. 新しい植物生長調節物質 Brassinolide. *植物の化学調節* 16(1) : 1-10.
25. Short, K.C. and John G. Torrey. 1972. Cytokinins in seedling roots of pea. *Plant Physiol.* 49 : 155-160.
26. Smith, D. R. and Trevor A. Thorpe. 1975. Root initiation in cuttings of *Pinus radiata* seedlings. *J. of Experimental Botany* 26(91) : 193-202.
27. 高橋惣四郎, 首藤績一, 岡本敏彦, 磯谷 遙. 1977. 新しい合成サイトカイニン. *植物化学調節研究発表記録集*. pp.26-27.
28. 高橋惣四郎, 首藤績一, 岡本敏彦, 磯谷 遙. 1974. 4 ピリジルフエニル 尿素誘導体のサイトカイニン活性. *植物化学調節研究発表記録集*. p.20.
29. Torrey, J.G. 1956. Chemical factors limiting lateral root formation in isolated pea roots. *Physiol. Plant.* 9 : 370-388.
30. Torrey, J.G. 1959. A chemical inhibitor of auxin-induced lateral root initiation in root of *Pisum*. *Physiol. Plant* 12 : 873-887.
31. Torrey, J.G. 1962. Auxin and purine interactions in lateral root initiation in isolated pea root segments. *Physiol. Plant.* 15 : 177-185.
32. Weightman, F., E.A. Schneider and K.V. Thimann. 1980. Hormonal factors controlling the initiation and development of lateral roots. II. Effect of exogenous growth factors on lateral root formation in pea roots. *Physiol. Plant.* 49 : 304-314.
33. Zeadan, S.M. and R.D. Macleod. 1984. Some effects of indole-3-ylacetic acid on lateral root development in attached and excised roots of *Pisum sativum* L. *Annals of Botany* 54 : 759-766.
34. 張喜寧. 1986. 新種類 芽采之短根育苗法. *中國園藝* 32(1) : 54-60.
35. 張喜寧, 林瑞松. 1977. 綠豆芽生產之研究. *中國園藝* 23(3) : 129-134.
36. 張喜寧, 葉紋真. 1984. 綠豆芽生產 衛生 條件之深討與改進. *中國園藝* 30(2) : 120-125.